

ЧИСЛЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕМЕНТА МУЛЬТИЦИКЛОНА ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗА НА ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЯХ

Природные и попутные газы, транспортируемые по магистральным газопроводам, содержат различного рода примеси: песок, сварной шлам, конденсат тяжелых углеводородов, воду, масло. Механические примеси попадают в газопровод как при строительстве, так и при эксплуатации. Наличие механических примесей и конденсата в газе приводит к преждевременному износу трубопровода, запорной арматуры, рабочих колес нагнетателей и, как следствие, к снижению показателей надежности и экономичности работы распределительных компрессорных станций и в целом газопровода.

В настоящее время для очистки газов из механических средств вследствие большой пропускной способности широкое распространение получили батарейные циклоны (мультициклоны). Батарейные циклоны, обладая большой пропускной способностью, могут эффективно осаждают взвешенные частицы среднего (от 10 мкм) и крупного размера, ввиду чего используются для первичной обработки выбросов. На ступени тонкой очистки за ними устанавливают фильтрующие аппараты. Фильтрация в пористом слое представляет собой сложный процесс. Накопление взвеси имеет стохастический характер и вызывает аналогичные изменения структуры, поэтому оптимальные режимы работы действующих фильтров в настоящее время могут быть установлены только опытным путем.

В представленной работе рассматривается возможность создания энергоэффективного устройства, совмещающего обе ступени очистки. Разработан стенд и проведены предварительные испытания [1]. Переоборудование серийного циклона предложенным способом позволяет увеличить скорость обработки потока с 3,5 до 20 м/с и довести диаметр частиц, улавливаемых на 50 %, до 0,4 мкм. Дальнейшее совершенствование конструкции проводится на основе численного моделирования методами вычислительной гидродинамики.

Построена численная 3d-модель циклона ЦН-15 dy 500 мм. В соответствии с рекомендациями [2, 3] принята модель осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса (Reynolds-Averaged Navier-Stokes equation, RANS) при исходном ламинарном течении. Использование осредненных по Рейнольдсу уравнений Навье-Стокса требует намного меньших вычислительных ресурсов по сравнению с другими моделями. В рамках RANS моделируется вклад в среднее движение всех масштабов турбулентности. Для определения скорости

и давления потока по сечениям циклона проведены расчеты при входной скорости потока от 3,5 до 20 м/с. Снижение скорости происходит около стенок циклона. Максимум значения скорости наблюдается на выходном сечении. На рис. 1 представлены эпюры скорости и давления в продольном сечении модели при скорости 3,5 м/с и показаны расположения поперечных сечений.

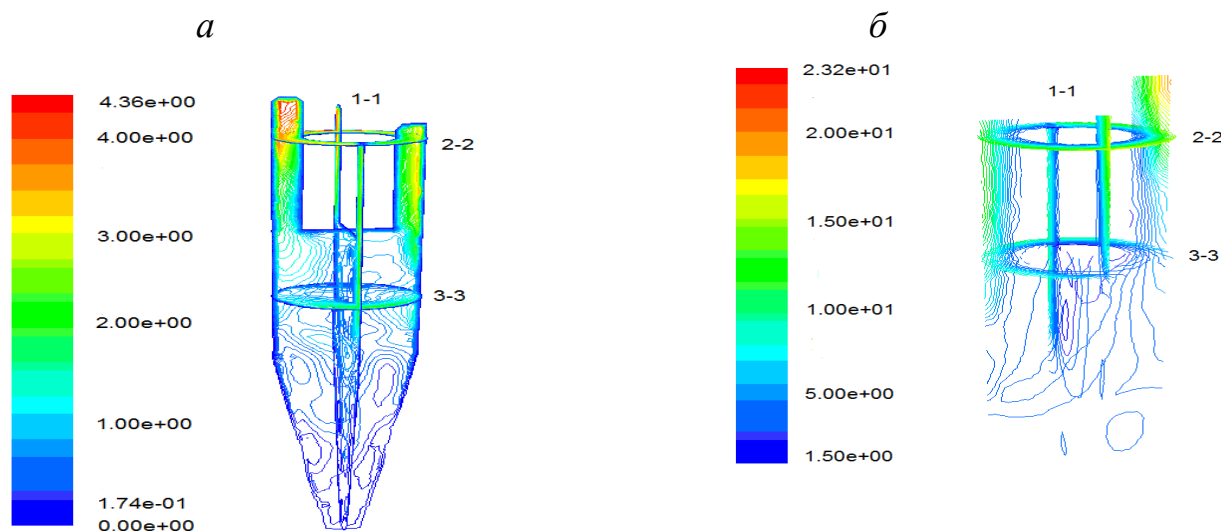


Рис. 1. Распределение скорости потока (а) и давления (б), в пределах кольцевой зоны в продольном сечении циклона 1-1; 2-2 – поперечное сечение на входе циклона; 3-3 – поперечное сечение на выходе потока из кольцевой зоны циклона

После тангенциального входа поток газа приобретает в корпусе циклона осесимметричное винтовое движение вниз. После кольцевой зоны вертикальная составляющая скорости потока вблизи стенки корпуса при перемещении вниз начинает уменьшаться из-за роста давления в сужающейся конической части циклона, конической формы канала.

На рис. 2 показаны изобарические поверхности на входе в кольцевую зону (сечение 2-2) и на выходе из нее (сечение 3-3).

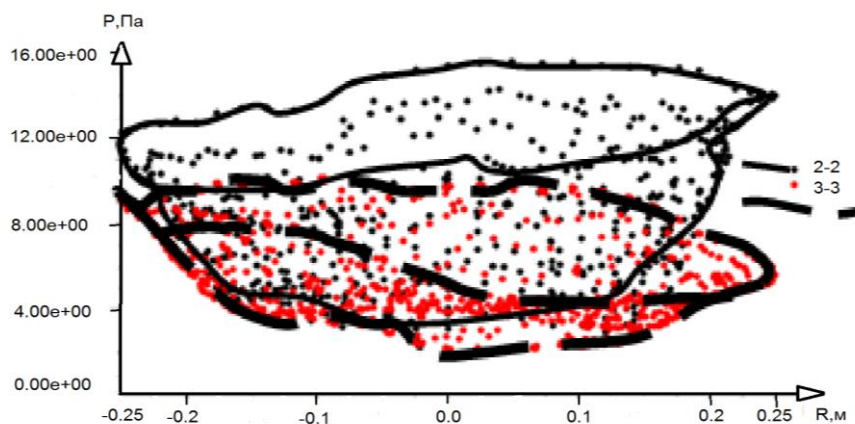


Рис. 2. Распределение давления на входе (сечение 1-1) и выходе (сечение 2-2) кольцевой зоны циклона

Наблюдается снижение давления в выходном сечении по сравнению с входным в среднем на 10–12 Па.

В численном эксперименте исследовался возвратно-поточный элемент мультициклона диаметром 500 мм. На рис. 3 показана возможная компоновка мультициклона, состоящего из 9 элементов диаметром 160 мм [4].

Одиночные циклоны в первом ряду имеют самые длинные выходные трубы, но имеют короткий отрезок к входному отверстию мультициклона.

Циклоны последнего ряда имеют короткие выходные трубы, но большее расстояние до входного отверстия мультициклона.

В результате такой компоновки уменьшается размер входного отверстия мультициклона, уравнивается падение давления по элементам и уменьшаются перебросы пыли, что приводит к более ровной работе всего мультициклона. Такой же принцип уравнивания перепадов давления по элементам мультициклона может быть применен и для элементов диаметром 500 мм.

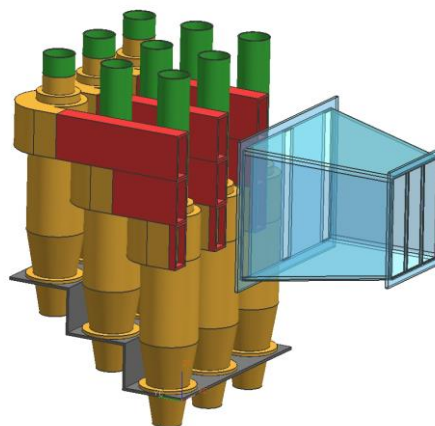


Рис. 3. Мультициклон

Список литературы

1. Испытание и моделирование циклонного фильтра / М. Г. Зиганшин, А. М. Зиганшин, Г. И. Гилязтдинова, А. Т. Гильмутдинова // Инженерные системы 2010 : труды Международной научно-практической конференции. М. : РУДН, 2010. С. 263–266.
2. Schmidt S., Blackburn H. M., Rudman M. and Sutalo I. // 3rd Int. Conf. on CFD. Melbourne, Australia, 2003. С. 9–68.
3. Волков К. Н., Емельянов В. Н. Моделирование крупных вихрей в расчетах турбулентных течений. М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. 508 с.
4. Rob van Benthum. Investigation towards the efficiency of a multi-cyclone dust separator in biomass combustion. E. : Eindhoven, 2007. P. 1–57.

УДК 621.311.22

Бобич А. А.
Белорусский национальный технический университет (г. Минск)
bobichsas@mail.ru

ИНТЕНСИВНОЕ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ НА ТЭЦ ПРИ ПЕРЕХОДЕ НА ПАРОГАЗОВУЮ ТЕХНОЛОГИЮ

В приходной части энергобаланса Республики Беларусь природный газ доминирует, его удельный вес занимает чуть меньше 70 %.